

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПРИВОДУ В АПК

Лисиченко Р. М.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка**Розглянуті основні способи підвищення енергоефективності роботи електричного приводу, визначені основні переваги при переході до частотно-регульованому електроприводу.*

Постановка проблеми. В даний час на електротехнічні системи з електропроводом припадає близько 60 % споживаної потужності в АПК. З кожним роком попит на електроенергію зростає, отже, збільшується ціна 1 кВт год. На рис. 1 представлена діаграма розподілу електроенергії за сферами споживання в сільському господарстві.

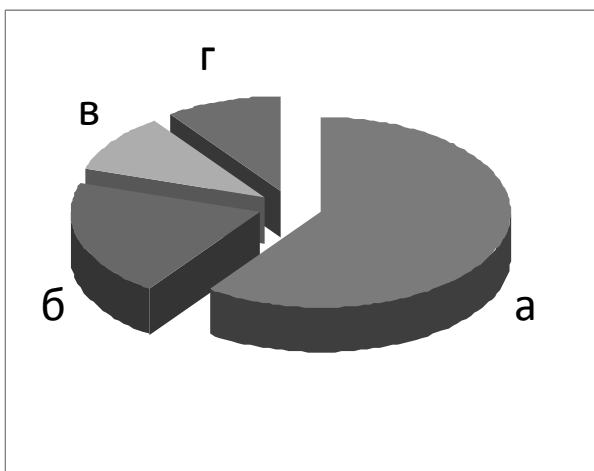


Рисунок 1 – Діаграма розподілу електроенергії
а – системи з електроприводом; б – освітлення;
в – втрати; г – інше

Існує кілька принципово різних підходів, завдяки яким можна досягти підвищення енергоефективності електричного приводу в АПК, а саме при проектуванні електроприводу необхідно розділяти його енергетичні втрати при роботі на електричні, магнітні, механічні і на кожному етапі намагатись їх зменшувати.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо що зниження електричних втрат досягається шляхом збільшення перерізу провідників, а так само за рахунок покращенням технології виготовлення обмоток; зниження магнітних втрат можна досягти шляхом застосування поліпшених видів сталі, а саме холоднокатаної сталі марок 1511-1514, а зниження механічних - за рахунок зменшення сили тертя і вибору оптимального передавального числа редуктора[1, 2].

З іншого боку необхідно враховувати що середнє навантаження електродвигуна в промисловості становить не більш 50%. На рис. 2 приведена характеристика ККД асинхронного двигуна в залежності від навантаження.

Коефіцієнт корисної дії асинхронного двигуна зі зміною навантаження також змінює свою величину: з

ростом навантаження збільшується, досягається максимуму при навантаженні.

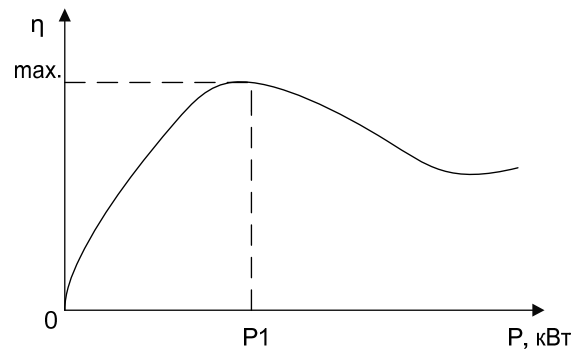


Рисунок 2 – Характеристика ККД асинхронного двигуна в залежності від навантаження

При подальшому збільшенні навантаження, ККД незначно знижується, а при перевантаженні він різко зменшується, що пояснюється значним зростанням змінних втрат. Тому щаблем до енергоефективності є правильний вибір потужності електродвигуна. Двигун заниженою потужності швидко виходить з ладу, а двигун з великим запасом потужності має високі питомі втрати в самому двигуни. Для розрахунку потужності необхідно знати не тільки параметри і конструктивні вимоги, але і технологічний процес. Залежно від технологічного процесу, режиму роботи вибирається необхідна методика розрахунку.

Мета статті. Розглянути способи підвищення енергоефективності роботи електричного приводу та визначити основні переваги при переході до частотно-регульованому електроприводу.

Основні матеріали дослідження. Зіставлення різних способів і систем керування асинхронними електроприводами дозволяє окреслити такі напрями зниження споживання енергії АД.

Перший напрям пов'язаний зі зниженням втрат в електроприводі при виконанні ним заданих технологічних операцій по заданим тахограмам і з певним режимом занурення. Це електроприводи, що працюють в пускогальмувальних режимах (крани, ліфти, головні приводи слябінгів і блюмінгів, допоміжні позиційні механізми прокатних станів і ін.) або тривалих режимах з повільно змінюється навантаженням (насоси, вентилятори, компресори, транспортери і ін.). У таких електроприводах за рахунок зниження втрат електроприводу в усталених і перехідних режимах можлива значна економія електроенергії. У кінематично пов'язаних електроприводах (багатодвигунні при-

води візків і ін.) рівномірний розподіл навантажень між двигунами дозволяє також мінімізувати втрати в них.

Другий напрямок пов'язаний зі зміною технологічного процесу на основі переходу до більш досконалих методів регулювання електроприводу і параметрів цього технологічного процесу. При цьому відбувається зниження споживання енергії електроприводом. Як приклад можна привести електроприводи турбомеханізмів (насосів, вентиляторів, турбокомпресорів), поршневих насосів та компресорів, трансформаторів, систем регулювання співвідношення паливо - повітря і ін. При цьому, як правило, ефект не обмежується економією електроенергії в електроприводі, у багатьох випадках можлива економія ресурсів (води, твердого та рідкого палива і ін.).

Для обох названих напрямів характерним є те, що в них знижується споживання енергії саме в електроприводі: в першому випадку за рахунок зниження втрат енергії, у другому за рахунок використання менш енерговитратного з боку електроприводу управління технологічним процесом.

Можна назвати і третій напрямок, що забезпечує реалізацію енергозберігаючих технологій. Відомо, що є ряд технологічних процесів, де електропривод порівняно невеликої потужності управляє потоком енергії, потужність якого в десятки і сотні разів перевищує потужність електроприводу. До таких об'єктів можна віднести дугові сталеплавильні печі постійного і змінного струму, вакуумні дугові печі, рудовідновлювальні печі, установки індукційного нагрівання і т.п. На них електроприводи потужністю в декілька кіловат можуть управляти процесом, який споживає десятки і навіть сотні мегават. Очевидно, що від досконалості електроприводу, його швидкості та точності, ступеня автоматизації процесу багато в чому залежить ефективне використання таких значних обсягів енергії. Цей напрямок не пов'язане зі зменшенням потоку енергії через електропривод, частіше споживання енергії електроприводом навіть збільшується. Тим не менш, оскільки цей напрям пов'язано зі значною економією електроенергії, розглянемо його на прикладі дугової сталеплавильної печі.

Сформулюємо шляхи енергозбереження в асинхронному електроприводі.

В рамках першого напрямку для зниження втрат енергії в асинхронному електроприводі можна використовувати наступні шляхи.

1. Обґрунтований вибір встановленої потужності двигуна, що відповідає реальним потребам керованого механізму. Це завдання пов'язано з тим, що коефіцієнт завантаження багатьох двигунів становить 50 % і менше, що говорить або про низьку кваліфікацію розробників, або про недосконалість використаної методики розрахунку потужності електроприводу. Очевидно, що двигун заниженою потужністю швидко виходить з ладу через перегрів, а двигун з великим запасом потужності перетворює енергію неефективно, тобто з високими питомими втратами в самому двигуні через низький ККД і в мережі живлення через низький коефіцієнта потужності. Тому, перший шлях полягає у вдосконаленні методик вибору потужності двигуна і перевірки його по нагріванню, а також в

підвищенні кваліфікації розробників, проектувальників і обслуговуючого персоналу. На практиці зустрічаються випадки, коли вийшов з ладу двигун замінюється відповідним по висоті вала або його діаметру, а не по потужності. Існуючі методики вибору потужності двигуна і перевірки його по нагріванню можуть розглядатися лише як перше наближення. Необхідна розробка методик, заснованих на точному обліку режимів роботи електроприводу, зміні його енергетичних показників, теплових процесів в двигуні, стану ізоляції і т.п. Зрозуміло, це передбачає широке використання обчислювальної техніки і спеціального програмного забезпечення.

2. Перехід на більш економічні двигуни, в яких за рахунок збільшення маси активних матеріалів (заліза і міді), застосування більш досконалих матеріалів і технологій підвищені номінальні значення ККД і коефіцієнта потужності. Цей шлях, незважаючи на високу вартість таких двигунів, стає очевидним, якщо врахувати, що за даними західноєвропейських експертів, вартість електроенергії, споживаної щорічно середнім двигуном, в 5 разів перевищує його вартість. За час служби двигуна, а це десятки років, економія енергії значно перевищить капітальні витрати на таку модернізацію. Як вже зазначалося раніше, цей шлях поки не отримав належного визнання у вітчизняній практиці.

3. Перехід до більш досконалої з енергетичної точки зору системи електроприводу. Втрати енергії в перехідних режимах помітно змінюються при використанні реостатного регулювання, систем "тиристорний перетворювач напруги - асинхронний двигун" (ТПН-АД) і "напівпровідниковий перетворювач частоти - асинхронний двигун" (НПЧ-АД) з мінімальними втратами при застосуванні частотно-регульованих електроприводів. Тому в рамках кожної з перерахованих систем є більш-менш вдалі в енергетичному і технологічному плані варіанти. Завданням проектувальника є грамотний і всебічно обґрунтований вибір конкретного технічного рішення.

4. Використання спеціальних технічних засобів, що забезпечують мінімізацію втрат енергії в електроприводі. Так як значна частина асинхронних електроприводів працює в умовах повільно змінюється навантаження (електроприводи турбомеханізмів, конвеєрів і т.п.), відхилення навантаження електроприводу від номінальної погіршує енергетичні показники електроприводу. В даний час до таких засобів можна віднести пристрої регулювання напруги на двигуні в відповідно до рівня його навантаження. Як правило, це або спеціальні регулятори напруги на основі ТПН, що включаються між мережею і статором двигуна, або перетворювачі частоти, в яких передбачено так званий режим енергозбереження. У першому випадку ТПН виконує крім функції енергозбереження не менш важливі функції управління режимами пуску і гальмування іноді регулює швидкість або момент, здійснює захист, діагностику, тобто підвищує технічний рівень приводу в цілому. У другому випадку режим енергозбереження розглядається як додаткова опція перетворювача частоти і є лише в деяких випускаються типах перетворювачів. З урахуванням багатофункціональності застосування такі пристрої виявляються

економічно доцільними для приводів зі змінним навантаженням навіть при їх відносно високу вартість.

5. Удосконалення алгоритмів керування електроприводом в системах ТПН-АД і НПЧ-АД на основі енергетичних критеріїв оцінки його якості [3, 4], тобто вдосконалення відомих рішень, розробка ефективних технічних засобів для їх здійснення і пошук нових рішень, оптимальних в енергетичному сенсі.

В рамках другого напрямку зниження споживання енергії вирішальне значення має перехід від нерегульованого електроприводу до регульованого і підвищення рівня автоматизації за рахунок включення в контур регулювання ряду технологічних параметрів (тиску, витрати, температури і ін.). Так як цей напрямок пов'язано зі зниженням споживання енергії електроприводом за рахунок зміни технологічного процесу, з'являється можливість регулювати які раніше не регулювали технологічні параметри або змінювати спосіб їх регулювання.

Для третього напрямку зниження споживання енергії характерні вдосконалення системи електроприводу в поєднанні з автоматизацією технологічного процесу і правильний вибір відповідного за якістю регулювання електроприводу з уже наявних або розробка нових, більш якісних систем.

Зауважимо, що при реалізації конкретних проектів виявляється, як правило, не один, а кілька можливих шляхів енергозбереження, тому для отримання максимального ефекту необхідний комплексний підхід до вирішення завдання енергозбереження в електроприводі.

Вирішальне значення має перехід від нерегульованого електроприводу до регульованого. З'являється можливість регулювати параметри технологічного процесу, змінювати в часі, тобто в кожен момент часу кожному споживачеві подавати необхідну потужність. Основним типом регульованого електроприводу є частотно-регульований асинхронний електропривод - системи НПЧ-АД. У рідкісних, специфічних випадках знаходиться застосування системи ТПН-АД, що забезпечує регулювання напруги першої гармоніки напруги, що підводиться до статора. Існують і інші системи регулювання, тому доцільно проводити їх аналіз і вибрати оптимальну.

При застосуванні частотного регулювання додатковим засобом енергозбереження є оптимізація керування магнітним потоком. Оптимізація магнітного потоку дозволяє трохи знизити споживану потужність шляхом зниження рівня напруги при роботі в сталому режимі [5]. У перехідних режимах слід використовувати регулювання з номінальним потоком, тому що робота з оптимальним за умовами енергозбереження потоком пов'язана з істотним зменшенням перевантажувальної здатності двигуна, що не дозволяє досягти необхідного динамічного моменту [6].

Висновки. Таким чином, сучасні апаратні та програмні рішення в області частотного управління електроприводами дозволяють значно підвищити ефективність роботи більшості машин і механізмів на їх основі. При цьому комфорт і зручність для людей виходять на зовсім новий рівень. Це стосується, як споживачів продукції і послуг, так і в АПК. Зниження витрати енергії і інших природних ресурсів має і поміт-

ний екологічний ефект. Знижується і ступінь забрудненості навколишнього середовища - зокрема, за рахунок надійного контролю складу газових, рідких і сипучих сумішей.

Все це дає підстави стверджувати, що перед частотними перетворювачами і надалі будуть доступні найширші перспективи.

Список використаних джерел

1. Минеев А. Р. Энергосберегающая статическая и динамическая оптимизация параметров и структур компьютеризированных электроприводов (на примере электрических печей) / А. Р. Минеев // Электротехника. - 1998. - № 10. - С. 15-22.
2. Браславский И. Я. Энергетика регулировочных режимов асинхронного электропривода при потенциальном моменте нагрузки / И. Я. Браславский, О. Б. Зубрицкий, А. Е. Ольков // Изв. вузов. Электромеханика. - 2007. - № 1. - С. 82-85.
3. Шрейнер Р. Т. Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами. / Р. Т. Шрейнер., Ю. А. Дмитренко. - Кишинев: Штиинца, 2004. - 234 с.
4. Шрейнер Р. Т. Экстремальное частотное управление асинхронными двигателями / Р. Т. Шрейнер, В. И. Поляков / Электротехника. - 2009. - № 9. - С. 10 - 13.
5. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lb4.textedu.ru/docs/2700/index-13552.html?page=2>.
6. Анализ и экономические аспекты повышения энергосбережения на ТЭЦ ОАО "Запорожсталь" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://otherreferats.allbest.ru/economy/00112310_0.html.

Аннотация

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА В АПК

Лисиченко Р. Н.

Рассмотрены основные способы повышения энергоэффективности работы электрического привода, определены преимущества при переходе к частотно-регулируемому электроприводу.

Abstract

ANALYSIS METHODS OF ENERGY EFFICIENCY ELECTRIC DRIVE IN AIC

R. Lysychenko

The main methods of increasing the efficiency of operation of the electric drive, defined benefits during the transition to variable frequency drive.